



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 6月 8日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-171597

出 願 人  
Applicant(s):

シャープ株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 6月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3060026

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J02299

【提出日】 平成12年 6月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/09  
G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 山田 栄二

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【電話番号】 06-6621-1221

【代理人】

【識別番号】 100102277

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 晴康

【電話番号】 06-6621-1221

【連絡先】 電話 0 4 3 - 2 9 9 - 8 4 6 6 知的財産権本部 東京  
知的財産権部

【選任した代理人】

【識別番号】 100103296

【弁理士】

【氏名又は名称】 小池 隆彌

【選任した代理人】

【識別番号】 100073667

【弁理士】

【氏名又は名称】 木下 雅晴

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012313

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9902286

【包括委任状番号】 9703283

【包括委任状番号】 9703284

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置及びその収差補正方法並びに収差検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、該光源から照射される光ビームを光ディスクの記録面上に集光させる集光光学系と、少なくとも、前記記録面にて反射され前記集光光学系を通過した光ビームを分割して受光手段へ導く光学素子手段と、該光学素子手段からの光ビームを受光しその光量を計測する受光手段とを有する光ピックアップ装置において、

前記光学素子手段にて分割形成され第1光ビームとして前記受光手段に入射する光ビームの、光軸に近い部分の光量と、光軸から離れた部分の光量に基づいて、前記集光光学系の収差を示す収差信号を生成する収差信号生成手段を備えたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項2】 請求項1に記載の光ピックアップ装置において、

前記受光手段にて計測された光量に基づき、焦点ずれ信号を生成する焦点ずれ信号生成手段を備え、

該焦点ずれ信号生成手段は、前記収差信号を用いて前記焦点ずれ信号を生成することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項3】 請求項1に記載の光ピックアップ装置において、

前記光学素子手段は、前記集光光学系を通過した光ビームをその光軸に垂直な第1直線を境界として分割することで第1光ビームを生成して、前記受光手段へと導き、

前記受光手段は、第3、第4領域を備えてなり、

第3領域と第4領域は、第1光ビームの光軸を通りかつ第1直線に対応する前記受光手段上の直線を対称軸として、略線対称な関係に設けられており、

第3領域、第4領域は、第1光ビームの光軸から離れた位置に配置されており、

第3領域、第4領域からの電気信号をそれぞれS3、S4としたときに、前記収差信号生成手段は、S3とS4との差を用いて収差信号を生成することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の光ピックアップ装置において、

前記光学素子手段は、前記集光光学系を通過した光ビームをその光軸に垂直な第 2 直線を境界として分割することで第 2 光ビームを生成して、前記受光手段へと導き、

前記受光手段は、第 1、第 2 領域を備えてなり、

第 1 領域と第 2 領域は、第 2 光ビームの光軸を通りかつ第 2 直線に対応する前記受光手段上の直線を対称軸として、略線対称な関係に設けられており、

第 1 領域、第 2 領域の第 2 光ビームの光軸からの距離は、第 3 領域、第 4 領域の第 1 光ビームの光軸からの距離よりも小さく設定されており、

第 1 領域、第 2 領域からの電気信号をそれぞれ  $S_1$ 、 $S_2$  としたときに、 $S_1$  と  $S_2$  との差を用いて焦点ずれ信号を生成する焦点ずれ信号生成手段を備えたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の光ピックアップ装置において、

前記焦点ずれ信号生成手段は、 $K$  を定数としたときに、

$$(S_1 - S_2) + (S_3 - S_4) \times K$$

の演算により焦点ずれ信号を生成することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の光ピックアップ装置において、

$S_1$  と  $S_2$  の差と  $S_3$  と  $S_4$  の差の複数の組み合わせに対応して、複数の焦点ずれ信号を記憶する記憶手段を備え、

前記焦点ずれ信号生成手段は、前記受光手段からの  $S_1$  乃至  $S_4$  の電気信号に基づく  $S_1$  と  $S_2$  の差及び  $S_3$  と  $S_4$  の差に対応する焦点ずれ信号を、前記記憶手段より読み出して出力することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 7】 請求項 4 乃至請求項 6 のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、

第 1 直線と第 2 直線、第 1 光ビームと第 2 光ビームは、それぞれ同一であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の光ピックアップ装置において、

前記受光手段における第 1 領域と第 2 領域は、それぞれ前記対称軸を弦とする半円形状に形成されており、

前記受光手段における第 3 領域と第 4 領域は、内周の半径が第 1 領域、第 2 領域の最外周半径よりも大きな半円環形状に形成され、それぞれ第 1 領域、第 2 領域の最外周の外側に設けられていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 9】 請求項 7 に記載の光ピックアップ装置において、

前記受光手段における第 3 領域、第 1 領域、第 2 領域、第 4 領域は、それぞれ矩形状に形成され、前記対称軸に垂直な方向にこの順で並置されてなることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 10】 請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、

前記集光光学系は、複数のレンズが組み合わされてなる対物レンズを備えていることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 11】 請求項 1 乃至請求項 10 のいずれかに記載の光ピックアップ装置において、

前記収差信号生成手段からの前記収差信号に基づき、前記集光光学系の球面収差を補正する球面収差補正手段を備えたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の光ピックアップ装置を用いて球面収差を補正する収差補正方法であって、

前記集光光学系の焦点ずれを補正した後、球面収差を補正することを特徴とする収差補正方法。

【請求項 13】 請求項 11 に記載の光ピックアップ装置を用いて球面収差を補正する収差補正方法であって、

前記球面収差補正手段を周期的に駆動し、その駆動時に前記収差検出手段が検出した球面収差に基づいて、前記集光光学系の球面収差を補正することを特徴とする収差補正方法。

【請求項 14】 反射体に光ビームを集光する集光光学系と、

前記反射体にて反射され集光光学系を通過した光ビームを分割して受光手段へ導く光学素子手段と、

該光学素子手段からの光ビームを受光しその光量を計測する受光手段とを有し

前記光学素子手段において分割形成され第1光ビームとして前記受光手段に入射する光ビームの、光軸に近い部分の光量と、光軸から離れた部分の光量に基づいて、前記集光光学系の収差を示す収差信号を生成する収差信号生成手段を備えたことを特徴とする収差検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、集光光学系において発生する収差を検出できる光ピックアップ装置、及びその収差補正方法並びに収差検出装置に関する。

【0002】

【従来技術】

光ディスクの高記録密度化は、光ディスクの情報記録層における線記録密度を高めることやトラックの狭ピッチ化により行われてきた。このためには、光ディスクの情報記録層上に集光される光ビームの径を小さくすることが必要である。ビーム径を小さくする方法として、光ディスクを記録再生する光ピックアップ装置の対物レンズから射出される光ビームの開口数（NA：Numerical Aperture）を高めたり、光ビームの短波長化が、従来から進められてきた。

【0003】

しかしながら、例えばNAを0.85まで大きくすると、対物レンズを単レンズで構成することが困難となる。高NAとなるほど、レンズの製造公差、組み立て公差が厳しくなる。従って、単レンズで構成された対物レンズは、収差を許容範囲内に納めることが困難となり、ビーム径を小さくすることができなくなる。そこで、対物レンズに半球レンズを組み合わせて、2枚のレンズ（2群レンズ）で対物レンズを構成することが試みられている。これによれば、レンズの製造公差、組み立て公差を緩くでき、高NAを実現することができる。

【0004】

さて、光ディスクは、埃や傷から情報記録層を保護するために、情報記録層をカバーガラスで覆っている。つまり、対物レンズから射出された光ビームは、カ

カバーガラスを通過して、その下にある情報記録層上で集光されて焦点を結ぶ。光ビームがカバーガラスを通過すると、球面収差 (SA: Spherical Aberration) が発生する。球面収差 SA は、カバーガラスの厚さ  $d$  および NA の 4 乗に比例する。

【0005】

$$SA \propto d \cdot NA^4 \quad \dots (1)$$

対物レンズは、この球面収差を相殺するように設計されており、対物レンズとカバーガラスを通過した光ビームの球面収差は十分に小さくなっている。しかし、カバーガラスの厚さが、あらかじめ定められた値からずれると、情報記録層に集光された光ビームには、球面収差が発生し、ビーム径が大きくなってしまう。従って、情報を正しく読み書きすることができなくなる問題が生じる。式 (1) より、カバーガラスの厚さ誤差  $\Delta d$  によって発生する球面収差の誤差は、 $\Delta d$  および NA の 4 乗に比例する。

【0006】

DVD (Digital Versatile Disc) のように、対物レンズの NA が 0.6 程度の場合には、カバーガラスの厚さ誤差によって発生する球面収差の誤差が小さく、各情報記録層ごとに集光される光ビームを十分小さく集光させることができた。

【0007】

さらに、光ディスクの厚さ方向へ記録情報の高密度化を進めることができるように、情報記録層を積層化して形成された多層光ディスクは、既に DVD (Digital Versatile Disc) の 2 層ディスクとして商品化されている。このような多層光ディスクを記録再生する光ピックアップ装置は、光ディスクの各情報記録層ごとに光ビームを十分小さく集光させることが必要である。しかしながら、光ディスクの表面から各情報記録層まで厚みが、各情報記録層ごとに異なる。従って、光ビームが光ディスクのカバーガラスを通過する際に発生する球面収差が、各情報記録層ごとに異なる。例えば、隣接する情報記録層で発生する球面収差の差異  $\Delta SA$  は、式 (1) より、隣接する情報記録層の層間距離  $t$  および NA の 4 乗に比例する。



## 【0008】

DVDのように、対物レンズのNAが0.6程度の場合には、各情報記録層ごとの球面収差の差異 $\Delta SA$ が小さく、各情報記録層ごとに集光される光ビームは十分小さく集光させることができた。

## 【0009】

しかしながら、カバーガラスの厚さ誤差 $\Delta d$ が等しくても、NAが大きくなるほど大きな球面収差SAが発生する。例えば、NA=0.6に比べて、NA=0.85では、約4倍の球面収差SAが発生する。従って、NA=0.85のように高NAになればなるほど、カバーガラスの厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することが必要となってくる。

## 【0010】

さらに、隣接する情報記録層の層間距離 $t$ が等しくても、NAが大きくなるほど大きな球面収差の差異 $\Delta SA$ が発生する。例えば、NA=0.6に比べて、NA=0.85では、約4倍の球面収差の差異 $\Delta SA$ が発生する。従って、NA=0.85のように高NAになればなるほど、各情報記録層ごとの球面収差の差異 $\Delta SA$ を補正することが必要となってくる。

## 【0011】

例えば、特開平11-195229号公報には、上述の球面収差を補正する光ピックアップ装置が開示されている。この光ピックアップ装置では、カバーガラス厚さを計測する厚みセンサを備えており、カバーガラス厚さを光学的に計測し、その計測結果に基づいて、球面収差を補正し、光ディスクの各情報記録層ごとに集光される光ビームの径を十分小さくしている。

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した光ピックアップ装置では、厚みセンサを別途設ける必要があり、光ピックアップ装置の小型化および低価格化ができないという問題点があった。

## 【0013】

また、対物レンズは2枚のレンズで構成されるので、2枚のレンズのレンズ間

隔があらかじめ定められた値になるように組み立てる必要がある。しかしながら、レンズ間隔があらかじめ定められた値からずれた場合、すなわち、レンズ間隔誤差がある場合、組み立てた対物レンズに球面収差が発生する。さらに、2枚のレンズの製造誤差により各レンズのレンズ厚さに誤差があると、組み立てた対物レンズに球面収差が発生する。

【0014】

このように、レンズ間隔誤差やレンズ厚さ誤差により、対物レンズに球面収差が発生する。一般には、光ディスクの情報記録層に情報を記録再生することに問題がない程度まで、レンズ間隔誤差やレンズ厚さ誤差を小さくすることが行われている。しかしながら、レンズ間隔誤差が小さくなるように対物レンズを組み立てるためには、高価な組立装置が必要であり、かつ組立に長時間を要する。また、レンズ厚さ誤差の小さい対物レンズの製造は、高価なものとなっている。

【0015】

以上のように、従来においては、光ピックアップ装置の低価格化、および短時間の製造ができないという問題点があった。

【0016】

本発明は、この点に鑑みてなされたものであって、別途厚みセンサを設けることなく、球面収差を補正し、カバーガラス厚さ誤差、レンズ間隔誤差、レンズ厚さ誤差がある場合でも、単層光ディスクの情報記録層あるいは多層光ディスクの各情報記録層ごとに集光される光ビームの径を十分小さくすることができる光ピックアップ装置、及びその収差補正方法、並びに収差検出装置を提供するものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】

第1の発明の光ピックアップ装置は、光源と、該光源から照射される光ビームを光ディスクの記録面上に集光させる集光光学系と、少なくとも、前記記録面にて反射され前記集光光学系を通過した光ビームを分割して受光手段へ導く光学素子手段と、該光学素子手段からの光ビームを受光しその光量を計測する受光手段とを有する光ピックアップ装置において、前記光学素子手段にて分割形成され第

1 光ビームとして前記受光手段に入射する光ビームの、光軸に近い部分の光量と、光軸から離れた部分の光量に基づいて、前記集光光学系の収差を示す収差信号を生成する収差信号生成手段を備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

第2の発明の光ピックアップ装置は、第1の発明の光ピックアップ装置において、前記受光手段にて計測された光量に基づき、焦点ずれ信号を生成する焦点ずれ信号生成手段を備え、該焦点ずれ信号生成手段は、前記収差信号を用いて前記焦点ずれ信号を生成することを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

第3の発明の光ピックアップ装置は、第1の発明の光ピックアップ装置において、前記光学素子手段は、前記集光光学系を通過した光ビームをその光軸に垂直な第1直線を境界として分割することで第1光ビームを生成して、前記受光手段へと導き、前記受光手段は、第3、第4領域を備えてなり、第3領域と第4領域は、第1光ビームの光軸を通りかつ第1直線に対応する前記受光手段上の直線を対称軸として、略線対称な関係に設けられており、第3領域、第4領域は、第1光ビームの光軸から離れた位置に配置されており、第3領域、第4領域からの電気信号をそれぞれS3、S4としたときに、前記収差信号生成手段は、S3とS4との差を用いて収差信号を生成することを特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

第4の発明の光ピックアップ装置は、第3の発明の光ピックアップ装置において、前記光学素子手段は、前記集光光学系を通過した光ビームをその光軸に垂直な第2直線を境界として分割することで第2光ビームを生成して、前記受光手段へと導き、前記受光手段は、第1、第2領域を備えてなり、第1領域と第2領域は、第2光ビームの光軸を通りかつ第2直線に対応する前記受光手段上の直線を対称軸として、略線対称な関係に設けられており、第1領域、第2領域の第2光ビームの光軸からの距離は、第3領域、第4領域の第1光ビームの光軸からの距離よりも小さく設定されており、第1領域、第2領域からの電気信号をそれぞれS1、S2としたときに、S1とS2との差を用いて焦点ずれ信号を生成する焦点ずれ信号生成手段を備えたことを特徴とする。

## 【0021】

第5の発明の光ピックアップ装置は、第4の発明の光ピックアップ装置において、前記焦点ずれ信号生成手段は、Kを定数としたときに、

$$(S1 - S2) + (S3 - S4) \times K$$

の演算により焦点ずれ信号を生成することを特徴とする。

## 【0022】

第6の発明の光ピックアップ装置は、第4の発明の光ピックアップ装置において、S1とS2の差とS3とS4の差の複数の組み合わせに対応して、複数の焦点ずれ信号を記憶する記憶手段を備え、前記焦点ずれ信号生成手段は、前記受光手段からのS1乃至S4の電気信号に基づくS1とS2の差及びS3とS4の差に対応する焦点ずれ信号を、前記記憶手段より読み出して出力することを特徴とする。

## 【0023】

第7の発明の光ピックアップ装置は、第4乃至第6の発明のいずれかの光ピックアップ装置において、第1直線と第2直線、第1光ビームと第2光ビームは、それぞれ同一であることを特徴とする。

## 【0024】

第8の発明の光ピックアップ装置は、第7の発明の光ピックアップ装置において、前記受光手段における第1領域と第2領域は、それぞれ前記対称軸を弦とする半円形状に形成されており、前記受光手段における第3領域と第4領域は、内周の半径が第1領域、第2領域の最外周半径よりも大きな半円環形状に形成され、それぞれ第1領域、第2領域の最外周の外側に設けられていることを特徴とする。

## 【0025】

第9の発明の光ピックアップ装置は、第7の発明の光ピックアップ装置において、前記受光手段における第3領域、第1領域、第2領域、第4領域は、それぞれ矩形状に形成され、前記対称軸に垂直な方向にこの順で並置されてなることを特徴とする。

## 【0026】

第 1 0 の発明の光ピックアップ装置は、第 1 乃至第 9 の発明のいずれかの光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、複数のレンズが組み合わされてなる対物レンズを備えていることを特徴とする。

## 【 0 0 2 7 】

第 1 1 の発明の光ピックアップ装置は、第 1 乃至第 1 0 のいずれかの光ピックアップ装置において、前記収差信号生成手段からの前記収差信号に基づき、前記集光光学系の球面収差を補正する球面収差補正手段を備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 8 】

第 1 2 の発明の収差補正方法は、第 1 1 の発明の光ピックアップ装置を用いて球面収差を補正する収差補正方法であって、前記集光光学系の焦点ずれを補正した後、球面収差を補正することを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

第 1 3 の発明の収差補正方法は、第 1 1 の発明の光ピックアップ装置を用いて球面収差を補正する収差補正方法であって、前記球面収差補正手段を周期的に駆動し、その駆動時に前記収差検出手段が検出した球面収差に基づいて、前記集光光学系の球面収差を補正することを特徴とする。

## 【 0 0 3 0 】

第 1 4 の発明の収差検出装置は、反射体に光ビームを集光する集光光学系と、前記反射体にて反射され集光光学系を通過した光ビームを分割して受光手段へ導く光学素子手段と、該光学素子手段からの光ビームを受光しその光量を計測する受光手段とを有し、前記光学素子手段において分割形成され第 1 光ビームとして前記受光手段に入射する光ビームの、光軸に近い部分の光量と、光軸から離れた部分の光量に基づいて、前記集光光学系の収差を示す収差信号を生成する収差信号生成手段を備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 3 1 】

なお、第 1 4 の発明において反射体とは光ビームを反射できるものであればどのようなものであっても良い。したがって、反射体の中には光ディスクは含まれる。

## 【 0 0 3 2 】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を図1から図14に基づいて以下に説明する。なお、本実施形態では、集光光学系の球面収差を計測する収差検出装置を備えた光ピックアップ装置を有する光記録再生装置となっている。

## 【0033】

本実施形態に係る光記録再生装置は、図2に示すように、光ディスクである光ディスクを回転駆動するスピンドルモータ9、光ディスクに情報を記録再生するための光ピックアップ装置11、上記スピンドルモータ9および光ピックアップ装置11を駆動制御するための駆動制御部12とを備えている。

## 【0034】

上記光ピックアップ装置11は、光源である半導体レーザ1、ホログラム（光学素子手段）2、コリメートレンズ3、2枚のレンズから構成される集光光学系10、および計測装置（受光手段）7を有している。集光光学系10を構成する2枚のレンズは、第1要素4と第2要素5である。また、集光光学系10とコリメートレンズ3との間には、集光光学系10からの光ビームあるいはコリメートレンズ3からの光ビームの光路を約90度屈折されるミラー8が設置されている。

## 【0035】

さらに、上記第1要素4は、周縁部においてホルダ13により保持されており、このホルダ13の外周部にはフォーカス・アクチュエータ14およびトラッキング・アクチュエータ23が設けられている。このフォーカス・アクチュエータ14により、集光光学系10を光軸方向に移動させるようになっている。これにより、フォーカス・アクチュエータ14を駆動制御することで、集光光学系10を適切な位置に移動させて合焦制御を行うようになっている。また、トラッキング・アクチュエータ23により、集光光学系10をラジアル方向（光ディスク上に形成されたトラックの方向および光軸方向とに互いに直交する方向）に移動させるようになっている。これにより、トラッキング・アクチュエータ23を駆動制御することで、光ビームを光ディスクの情報トラック上に正確に追跡させるようになっている。

## 【0036】

また、上記第2要素5は、周縁部においてホルダ15に保持されており、このホルダ15の外周部には第2要素アクチュエータ16が設けられている。この第2要素アクチュエータ16を駆動制御することで、第1要素4と第2要素5との間隔を調整し、集光光学系10で生じる球面収差を補正するようになっている。

## 【0037】

上記駆動制御部12は、スピンドルモータ9の駆動制御を行うスピンドルモータ駆動回路17、フォーカス・アクチュエータ14の駆動制御を行うフォーカス制御回路18、トラッキング・アクチュエータ23の駆動制御を行うトラッキング駆動回路22、第2要素アクチュエータ16の駆動制御を行う第2要素駆動回路（球面収差補正手段）19、上記のスピンドルモータ駆動回路17、フォーカス駆動回路18、トラッキング駆動回路22、第2要素駆動回路19への制御信号を生成するための制御信号生成回路（収差信号生成手段、焦点ずれ信号生成手段を含む）20、計測装置7から得られた信号から情報を再生し、再生信号を生成するための情報再生回路21から成る。

## 【0038】

ここで、上記光ピックアップ装置11について、図1を参照しながら詳細に説明する。なお、説明の便宜上、図1に示す光ピックアップ装置11においては、図2で示したミラー8を省略している。

## 【0039】

上記光ピックアップ装置11において、ホログラム2、コリメートレンズ3、第1要素4、第2要素5は、半導体レーザ1の射出面と光ディスク6との間に形成される光軸OZ上に配置され、計測装置7はホログラム2の回折光の焦点位置近傍に配置されている。

## 【0040】

従って、上記光ピックアップ装置11において、半導体レーザ1から射出された光ビームは、ホログラム2で0次回折光として通過し、コリメートレンズ3によって平行光に変換された後、第1要素4および第2要素5を通過して、光ディスク6上の情報記録層に集光される。一方、光ディスク6の情報記録層から反射

された光ビームは、第2要素5、第1要素4、コリメートレンズ3を通過してホログラム2に入射され、ホログラム2にて回折されて計測装置7上に集光される。

#### 【0041】

光ディスク6は、カバーガラス6a、基盤6b、およびカバーガラス6aと基盤6bとの間に形成された2つの情報記録層6c、6dから構成されている。つまり、光ディスク6は2層ディスクであって、光ピックアップ装置11は情報記録層6cまたは6dに光ビームを集光させることで、各情報記録層から情報を再生する。以下の説明において、光ディスク6の情報記録層は情報記録層6cまたは6dのいずれかを表し、光ピックアップ装置11は、どちらの情報記録層にも光ビームを集光させ、情報を記録または再生できるものとする。

#### 【0042】

上記ホログラム2は、3つの領域2a、2b、2cを有している。第1の領域2aは、光軸OZに直交する第1の直線CL1（第1直線）と光軸OZを中心とする第1の半円E1とで囲まれた領域である。第2の領域2bおよび第3の領域2cは、第1の直線CL1と、第1の直線CL1に対して第1の領域2aとは反対側の第2の半円E2とで囲まれた領域を、光軸OZと第1の直線CL1に直交する第3の直線CL2によって2分割された四分円の領域で表される。ここで、第3の直線CL2は、後述するように光ディスク6のラジアル方向に直交する。

#### 【0043】

ホログラム2は、半導体レーザ1側からの射出光を回折せずにそのまま光ディスク6側に透過させ、光ディスク6側からの反射光を回折して計測装置7に導くようになっている。

#### 【0044】

そして、光ディスク側からホログラム2の各領域を通過する各光ビームを分割して別々に集光させるように、ホログラム2の各領域は形成されている。これにより、ホログラム2の3つの領域を光ディスク側から通過する光ビームは、3箇所の集光スポットを形成するようになる。すなわち、光ディスク6の情報記録層で反射された光ビームのうち、ホログラム2の第1の領域2aを通過した第1の



光ビーム（第1光ビーム）は、第1受光部上に集光スポットが形成され、第2の領域2bを通過した第2の光ビームは第2受光部上に集光スポットが形成され、第3の領域2cを通過した第3の光ビームは第3受光部上に集光スポットが形成される。

## 【0045】

図3は、計測装置7の詳細を示す図である。計測装置7は、6つの光感知器7aから7fを備えている。光感知器7a（第1領域）、7b（第2領域）、7c（第3領域）、7d（第4領域）を並置して第1受光部を形成し、光感知器7eは単独で第2受光部を形成し、光感知器7fは単独で第3受光部を形成している。ホログラム2の各領域で回折された光ビームは、それぞれ計測装置7の各受光部に導かれる。図3において、ホログラム2の第1の領域2a、第2の領域2b、および第3の領域2cによってそれぞれ回折された光ビームの各光軸OZ1、OZ2、OZ3は、第1受光部、第2受光部、および第3受光部上の各×印を通過する。

## 【0046】

光感知器7aと7bは、光軸OZ1を通り上述の第1の直線CL1に対応する直線（ここでは平行な直線）である対称軸SYと、光軸OZ1を中心とする第1の円とに囲まれた半円形状（すなわち、対称軸SYを弦とする半円形状）に形成されている。

## 【0047】

光感知器7cと7dは、光軸OZ1を中心とする半円環形状に形成されている。より具体的には、対称軸SYと、第1の円よりも若干大きな半径を有する第2の円と、第2の円よりも大きな半径を有する第3の円、とにより囲まれた半円環形状に形成されている。

## 【0048】

また、対称軸SYに関して、光感知器7aと7cは同じ側に有り、光感知器7bと7dは反対側にある。

## 【0049】

このように、光感知器7a、7b、7c、7dには、光ディスク6の情報記録

層で反射され、第 2 要素 5 および第 1 要素 4 からなる集光光学系 1 0 を通過した光ビームのうち、ホログラム 2 の第 1 の領域 2 a で回折された光ビームが入射されるようになっている。また、光感知器 7 e には、光ディスク 6 の情報記録層で反射され、第 2 要素 5 および第 1 要素 4 からなる集光光学系 1 0 を通過した光ビームのうち、ホログラム 2 の第 2 の領域 2 b で回折された光ビームが入射されるようになっている。また、光感知器 7 f には、光ディスク 6 の情報記録層で反射され、第 2 要素 5 および第 1 要素 4 からなる集光光学系 1 0 を通過した光ビームのうち、ホログラム 2 の第 3 の領域 2 c で回折された光ビームが入射されるようになっている。

## 【 0 0 5 0 】

各光感知器 7 a から 7 f において受光された光ビームは、それぞれ電気信号 S 1 から S 6 に変換される。各光感知器 7 a から 7 f で得られた電気信号は、図 2 に示す制御信号生成回路 2 0 に出力され、集光光学系 1 0 における第 1 要素 4 および第 2 要素 5 の移動調整に使用される。

## 【 0 0 5 1 】

上記電気信号は、情報再生回路 2 1 に出力され、再生信号に変換される。すなわち、光ディスク 6 に記録されている再生信号 R F は、

$$R F = S 1 + S 2 + S 3 + S 4 + S 5 + S 6 \quad \cdots (2)$$

で与えられる。

## 【 0 0 5 2 】

また、集光光学系 1 0 から射出された光ビームを、光ディスク上に形成されたトラック上に集光させるために、トラッキング駆動制御が行われる。すなわち、トラッキング・アクチュエータ 2 3 を駆動して、集光光学系 1 0 を光ディスク 6 のラジアル方向に移動させて、光ビームをトラック上に集光させる。ここで、集光ビームがトラックからラジアル方向にずれている量を示すトラッキングずれ信号 T E S は、

$$T E S = S 5 - S 6 \quad \cdots (3)$$

で表される。この計測方法は、トラックと集光スポットとの位置関係により、ラジアル方向に反射回折光パターンのアンバランスが生じる現象を利用したもので

あり、いわゆるプッシュプル方式と呼ばれている。従って、このアンバランス量を計測するためには、ホログラム 2 が有する第 2 の領域 2 b と第 3 の領域 2 c とを分割する第 3 の直線 CL 2 は、光ディスク 6 のラジアル方向と直交することが望ましい。

## 【0053】

従って、上述のように光感知器 7 e と 7 f とで得られる電気信号 S 5 と S 6 との値が等しいとき、すなわち、トラッキングずれがないときには、トラッキングずれ信号 T E S は 0 となっている。一方、集光ビームがトラックからラジアル方向にずれると、トラッキングずれ信号 T E S が 0 でなくなる。

## 【0054】

従って、トラッキングずれ信号 T E S を 0 にするには、集光光学系 1 0 を保持するホルダ 1 3 に設けられたトラッキング・アクチュエータ 2 3 によって、集光光学系 1 0 をラジアル方向に移動させることにより行われる。このときのトラッキング駆動回路 2 2 によるトラッキング・アクチュエータ 2 3 の移動量は、トラッキングずれ信号 T E S に基づいて制御信号生成回路 2 0 で得られた制御信号によって調整される。

## 【0055】

光ディスク 6 のカバーガラスの厚さ誤差および各情報記録層 6 c、6 d ごとで異なる球面収差等を相殺するように、第 2 要素アクチュエータを動作させて第 1 要素 4 と第 2 要素 5 との間隔を調整し、かつ、光ディスク 6 の情報記録層 6 c または 6 d 上に焦点を結ぶように（焦点ずれがないように）、フォーカス・アクチュエータ 1 4 を動作させて集光光学系 1 0 と光ディスク 6 との距離（WD: Working Distance）を調整したとき、第 1 から第 3 受光部に形成される集光スポット P 1 から P 3 は、図 4（b）に示すようにそれぞれがほぼ同じ大きさになる。つまり、情報記録層上の集光点と、計測装置 7 上の集光点は、共役関係にある。このとき、ホログラム 2 にて回折される光ビームのうち第 1 の光ビームは、光感知器 7 a と 7 b に関して受光面積が等しくなるように形成される。つまり、光感知器 7 a から得られる電気信号 S 1 と、光感知器 7 b から得られる電気信号 S 2 との値が等しくなる。

## 【 0 0 5 6 】

ここで、光ディスク 6 の情報記録層に集光される光ビームの焦点ずれを示す焦点ずれ信号 F E S は、

$$F E S = S 1 - S 2 \quad \cdots (4)$$

で表される。

## 【 0 0 5 7 】

焦点ずれは、半導体レーザ 1 側から集光光学系 1 0 を通過する光ビームが集光している焦点と、光ディスク 6 の情報記録層の位置との離反量を表している。焦点ずれがある場合は、焦点ずれがない場合に比べて、光ディスク 6 の情報記録層上に照射された光ビームのビーム径は大きくなっている。一方、上述のように光感知器 7 a と 7 b とで得られる電気信号 S 1 と S 2 との値が等しいとき、すなわち、焦点ずれがないときには、焦点ずれ信号 F E S は 0 となっている。なお、式 (4) に示す焦点ずれ計測は、一般にナイフエッジ方式と呼ばれている。

## 【 0 0 5 8 】

光ディスク 6 の情報記録層に集光される光ビームの焦点がずれた場合、第 1 受光部に形成される集光スポット P 1 は半円状に拡がる。また、第 2 受光部に形成される集光スポット P 2 は四分円状に拡がり、第 3 受光部に形成される集光スポット P 3 は四分円状に拡がる。例えば、光ディスク 6 が集光光学系 1 0 から遠ざかる方向に移動すると、図 4 (a) に示すように、集光スポットは計測装置 7 上に拡がる。これに対して、光ディスク 6 が集光光学系 1 0 に近づく方向に移動すると、図 4 (c) に示すように、集光スポット P 1 から P 3 は計測装置 7 上に拡がる。

## 【 0 0 5 9 】

すなわち、光ディスク 6 が集光光学系 1 0 から遠ざかる方向に移動する場合には、光感知器 7 a より変換された電気信号 S 1 の値の方が、光感知器 7 b より変換された電気信号 S 2 の値よりも大きくなり、焦点ずれ信号 F E S は正の値を示す。

## 【 0 0 6 0 】

一方、光ディスク 6 が集光光学系 1 0 に近づく方向に移動する場合には、光感

知器 7 a より変換された電気信号 S 1 の値の方が、光感知器 7 b より変換された電気信号 S 2 の値よりも小さくなり、焦点ずれ信号 F E S は負の値を示す。

#### 【 0 0 6 1 】

上記焦点ずれ信号 F E S を 0 にするには、集光光学系 1 0 を保持するホルダ 1 3 に設けられたフォーカス・アクチュエータ 1 4 によって、集光光学系 1 0 を光軸方向 O Z 方向に移動させれば良い。このときのフォーカス駆動回路 1 8 によるフォーカス・アクチュエータ 1 4 の移動量は、焦点ずれ信号 F E S に基づいて制御信号生成回路 2 0 で得られた制御信号によって調整される。

#### 【 0 0 6 2 】

なお、図 4 の ( a ) または ( c ) に示した状態よりさらに焦点ずれが大きくなると、第 1 受光部に形成される集光スポット P 1 はさらに大きい半円状に拡がり、光感知器 7 c または 7 d にも受光されるようになる。そのため、光感知器 7 a または 7 b の受光量もそれにつれて減少する。従って、焦点ずれ信号 F E S のダイナミックレンジは、光感知器 7 a および 7 b の大きさ、つまり第 1 の円の半径によって定まる。一般に、光ピックアップ装置 1 1 のフォーカス駆動制御が安定であるためには、焦点ずれを計測できる範囲は大きい方が望ましい。そのためには、焦点ずれ信号 F E S の生成式は、

$$F E S = ( S 1 - S 2 ) + ( S 3 - S 4 ) \quad \cdots ( 5 )$$

とすれば良い。この式 ( 5 ) による場合は、集光スポットが第 1 の円の大きさ以上に広がっても、焦点ずれを計測できる。つまり、焦点ずれを計測できる範囲は、集光スポットが第 3 の円まで拡がるまでとなり、式 ( 4 ) による場合よりも、大きくなる。

#### 【 0 0 6 3 】

ところで、光ディスク 6 のカバーガラス 6 a の厚み誤差がある場合や、所定の情報記録層以外の情報記録層に光ビームが集光している場合には、この光ビームには球面収差が発生する。従って、この光ディスク 6 の情報記録層に光ビームを集光させるために、集光光学系 1 0 の球面収差を補正する必要がある。

#### 【 0 0 6 4 】

この球面収差とは、集光光学系 1 0 の光軸近傍を通過する光ビームの焦点位置

と、周辺部を通過する光ビームの焦点位置とのずれを言う。本明細書では、負の球面収差は、周辺部を通過する光ビームの焦点位置が、集光光学系10の光軸近傍を通過する光ビームの焦点位置に比べて、集光光学系10から遠い場合と定義する。また、正の球面収差は、周辺部を通過する光ビームの焦点位置が、集光光学系10の光軸近傍を通過する光ビームの焦点位置に比べて、集光光学系10に近い場合と定義する。

## 【0065】

球面収差のない状態、かつ焦点ずれのない状態では、半導体レーザ1側から焦点光学系10を通過する光ビームは、図6(b)に示すように光ディスク6の情報記録層上の一点に集光され、図7(b)に示すような横収差図になる。横収差図の横軸は、集光光学系10に入射する光線の光軸OZからの高さを表し、縦軸は、集光光学系10から射出された光線が光ディスク6の情報記録層に到達した点の光軸OZからの高さ、すなわち横収差を表している。すべての光線が一点に集光されているので、図7(b)に示した横収差は、すべての入射高に関して0となっている。このときの計測装置7における各光ビームの集光スポットP1からP3の形状は、図5(b)に示されるように、それぞれがほぼ同じ大きさの点となる。

## 【0066】

これに対して、上記集光光学系10に負あるいは正の球面収差が発生した場合には、上記集光光学系10を通過する光ビームは、図6(a)あるいは図6(c)に示すように、光ディスク6の情報記録層上の一点に集光されない。

## 【0067】

集光光学系10において負の球面収差が発生した場合、図6(a)に示すように、集光光学系10の周辺部の光ビームの焦点位置が、光軸OZ近傍の光ビームの焦点位置よりも第2要素5から遠くなる。この球面収差の存在する場合の最良像点は、上記の2つの焦点位置の中間近傍になる。従って、集光光学系10の光軸OZ近傍の光ビームは、集光光学系10と情報記録層との間で焦点を結ぶ。しかし、集光光学系10の周辺部の光ビームは、情報記録層により反射された後に焦点を結ぶ。

## 【0068】

ここで、最良像点とは、光ビームのビーム径が最小となる像点の位置のことである。すなわち、球面収差が発生している場合には、情報記録層の位置が最良像点となっているときに焦点ずれがない状態であり、最良像点と情報記録層の位置との離反量が、焦点ずれ量と言える。

## 【0069】

このことから、焦点ずれのない状態で、かつ負の球面収差が発生した場合において、光ディスク6の情報記録層上の横収差図は、図7(a)に示したようになる。つまり、光軸近傍の光ビームつまり入射高の低い光線は、集光光学系10と情報記録層との間で焦点を結んだ後に情報記録層に到達するため、入射高と逆符号の横収差となる。一方、集光光学系10の周辺部の光ビームは、焦点を結ぶ前に情報記録層に到達するため、入射高と同符号の横収差となる。

## 【0070】

また、焦点ずれのない状態で、かつ負の球面収差が発生した場合において、計測装置7における各光ビームの集光スポットP1からP3の形状は、図5(a)に示したようになる。図5(a)において、光軸近傍の光ビームが受光部に照射される領域は右上がりのハッチングで示し、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域は右下がりのハッチングで示す。すなわち、光軸近傍の光ビームが受光部に照射される領域と、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域は、光軸に対して互いに反対側となる。例えば、第1の光ビームが第1の受光部に集光される集光スポットP1において、光軸近傍の光ビームは光感知器7a上照射され、周辺部近傍の光ビームは光感知器7bと7d上に照射される。

## 【0071】

一方、焦点ずれのない状態で、かつ正の球面収差が発生した場合、図6(c)に示すように、集光光学系10の周辺部の光ビームの焦点位置が、光軸OZ近傍の光ビームの焦点位置よりも集光光学系10に近くなる。この球面収差の存在する場合の最良像点は、上記の2つの焦点位置の中間近傍になる。従って、集光光学系10の光軸OZ近傍の光ビームは、情報記録層により反射された後に焦点を結ぶ。しかし、集光光学系10の周辺部の光ビームは、集光光学系10と情報記

録層との間で焦点を結ぶ。

【0072】

このことから、焦点ずれのない状態で、かつ正の球面収差が発生した場合において、光ディスク6の情報記録層上の横収差図は、図7(c)に示したようになる。つまり、光軸近傍の光ビームつまり入射高の低い光線は、焦点を結ぶ前に情報記録層に到達するため、入射高と同符号の横収差となる。一方、集光光学系10の周辺部の光ビームは、集光光学系10と情報記録層との間で焦点を結んだ後に情報記録層に到達するため、入射高と逆符号の横収差となる。

【0073】

また、焦点ずれのない状態で、かつ正の球面収差が発生した場合において、計測装置7における各光ビームの集光スポットP1からP3の形状は、図5(c)に示したようになる。図5(c)において、光軸近傍の光ビームが受光部に照射される領域は右上がりのハッチングで示し、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域は右下がりのハッチングで示す。すなわち、光軸近傍の光ビームが受光部に照射される領域と、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域は、光軸に関して互いに反対側になる。例えば、第1の光ビームが第1受光部に集光される集光スポットP1において、光軸近傍の光ビームは光感知器7b上照射され、周辺部近傍の光ビームは光感知器7aと7cに照射される。

【0074】

集光光学系10において球面収差が発生した場合、焦点ずれがない状態、すなわち焦点ずれ信号FESが0であっても、例えば図5(a)や図5(c)に示すように、光感知器7cと7dの電気信号の差が0でなく、負または正の値になる。これにより、負または正の球面収差が発生したことが示される。従って、焦点ずれがない状態に保たれている場合、集光光学系10で発生した球面収差を示す球面収差信号SASは、光感知器7cから得られる電気信号S3と、光感知器7dから得られる電気信号S4を用いて示せば以下ようになる。

【0075】

$$SAS = S3 - S4 \quad \dots (6)$$

上記の球面収差信号SASは、制御信号生成回路20で生成され、第2要素駆



動回路 1 9 に出力される。第 2 要素駆動回路 1 9 は、上記球面収差信号 S A S に基づいて、第 2 要素 5 を保持しているホルダ 1 5 の外周部に設けられた第 2 要素アクチュエータ 1 6 を駆動制御して、球面収差を補正するようになっている。

## 【 0 0 7 6 】

つまり、第 2 要素駆動回路は、球面収差信号 S A S が負の球面収差を示す時、第 1 要素 4 と第 2 要素 5 との間隔を長くする方向に、第 2 要素アクチュエータ 1 6 を駆動制御し、逆に球面収差信号 S A S が正の球面収差を示す時、第 1 要素 4 と第 2 要素 5 との間隔を短くする方向に、第 2 要素アクチュエータ 1 6 を駆動制御する。

## 【 0 0 7 7 】

このように、球面収差信号 S A S に基づいて、集光光学系 1 0 で発生する球面収差を補正すれば、光ディスク 6 の情報記録層に集光する光ビームのビーム径を小さくすることができ、光ディスク 6 へ情報を記録することや、光ディスク 6 から情報を再生することを良好に行うことができる。

## 【 0 0 7 8 】

また、上記球面収差の補正は、光ディスク 6 を光ピックアップ装置に装着したときに行っても良いし、光ディスク 6 を光ピックアップ装置に装着した後、情報の記録あるいは再生中に適宜行っても良い。

## 【 0 0 7 9 】

次に、球面収差が発生している場合に、光ディスク 6 の情報記録層に集光する光ビームのビーム径を最も小さくなるように、フォーカス駆動制御する方法について述べる。この場合、上述したように、情報記録層の位置が最良像点となるようにすれば良い。

## 【 0 0 8 0 】

負の球面収差が発生している場合において、計測装置 7 における各光ビームの集光スポット P 1 から P 3 の形状は、焦点ずれに応じて図 8 ( a ) から ( c ) に示したように変化する。つまり、図 8 ( a ) は負の焦点ずれが発生している場合であり、図 8 ( b ) は焦点ずれがない場合であり、図 ( c ) は正の焦点ずれが発生している場合である。ここで、焦点ずれとは、情報記録層の位置と最良像点と

の離反を表す。例えば、正の焦点ずれとは、光ディスク 6 が集光光学系 1 0 から遠ざかる方向に移動している状態を示す。すなわち、最良像点は、情報記録層から見て、集光光学系 1 0 側に存在することになる。

## 【 0 0 8 1 】

負の球面収差が発生している場合において、図 8 ( a ) に示すように負の焦点ずれがあれば光感知器 7 d から得られる信号 S 4 が増大し、図 8 ( c ) に示すように負の焦点ずれがあれば S 4 が減少する。

## 【 0 0 8 2 】

同様に、正の球面収差が発生している場合、負の焦点ずれがあれば光感知器 7 c から得られる信号 S 3 が減少し、正の焦点ずれがあれば S 3 が増大する。

## 【 0 0 8 3 】

すなわち、式 ( 6 ) に示した球面収差信号 S A S に、焦点ずれによる影響が混入していることになる。

## 【 0 0 8 4 】

従って、情報記録層の位置が最良像点となるようにするには、式 ( 5 ) で示された焦点ずれ信号 F E S を次式のように修正する。

## 【 0 0 8 5 】

$$F E S = ( S 1 - S 2 ) + ( S 3 - S 4 ) \times K \quad \cdots ( 7 )$$

ここで、K は定数である。球面収差が発生している場合でも、情報記録層の位置が最良像点となる時に、式 ( 7 ) で示した焦点ずれ信号 F E S が 0 となるように、K の値を定めてやれば良い。

## 【 0 0 8 6 】

従って、式 ( 7 ) で示した焦点ずれ信号 F E S が 0 となるようにフォーカス制御を行えば、球面収差が発生している場合においても、情報記録層の位置が最良像点となり、球面収差信号 S A S に焦点ずれによる影響が混入しなくなり、光ディスク 6 の情報記録層に集光する光ビームの径を最も小さくすることができる。

## 【 0 0 8 7 】

あるいは、式 ( 7 ) に代えて、情報記録層の位置が最良像点となる時に、焦点ずれ信号 F E S が 0 となるように、あらかじめ ( S 1 - S 2 ) 、 ( S 3 - S 4 )

の値の組み合わせに応じて、焦点ずれ信号 F E S の値を計算もしくは計測した焦点ずれ信号 F E S の値を記憶した ROM (Read Only Memory) 装置 (記憶手段) を、制御信号生成回路 2 0 が備えることでもよい。すなわち、ROM 装置は、(S 1 - S 2) および (S 3 - S 4) の値を入力し、その入力値の組み合わせに応じて、あらかじめ記憶している焦点ずれ信号 F E S を出力する。

## 【 0 0 8 8 】

この ROM 装置による焦点ずれ信号 F E S は、式 (7) の場合よりも、さらに精度が高いという長所を備える。従って、ROM 装置による焦点ずれ信号 F E S が 0 となるようにフォーカス制御を行えば、球面収差が発生している場合においても、情報記録層の位置が最良像点となり、球面収差信号 S A S に焦点ずれによる影響が混入しなくなり、光ディスク 6 の情報記録層に集光する光ビームの径を最も小さくすることができる。

## 【 0 0 8 9 】

さて、球面収差信号 S A S の計測は、焦点ずれがない状態で行うことが望ましい。例えば、球面収差がない状態で、光ディスク 6 が集光光学系 1 0 から遠ざかる方向に移動すると、計測装置 7 における各光ビームの集光スポット P 1 から P 3 の形状は図 9 のようになる。図 9 において、集光スポット P 1 は計測装置 7 上に半円状に広がる。ここで、図 9 に示す焦点ずれ量は、図 4 (a) に示す焦点ずれ量よりも大きい場合である。すなわち、半円状に広がる集光スポット P 1 は、光感知器 7 a および 7 c に受光される。光感知器 7 c から得られる電気信号 S 3 は 0 でなくなるので、球面収差信号 S A S は、球面収差がない状態であるにも関わらず、負の値となる。従って、正の焦点ずれを負の球面収差と誤って計測してしまうことになる。また、球面収差がない状態で、光ディスク 6 が集光光学系 1 0 に近づく方向に移動した場合でも、同様な現象が発生し、負の焦点ずれを正の球面収差と誤って計測してしまう。

## 【 0 0 9 0 】

従って、焦点ずれ信号 F E S に基づいてフォーカス制御を行い、焦点ずれがない状態になった後に、球面収差信号 S A S に基づいて第 2 要素アクチュエータの

駆動制御を行い、球面収差を補正することが望ましい。

【0091】

さらに、球面収差が微小量だけ発生している状態では、球面収差を感知できない。例えば、図10は、焦点ずれがない状態で、微小な負の球面収差が発生している状態において、計測装置7における各光ビームの集光スポットP1からP3の形状を示している。ここで、図10に示す球面収差量は、図5(a)に示す球面収差量よりも小さい場合である。図10において、光軸近傍の光ビームが受光部に照射される領域は右上がりのハッチングで示し、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域は右下がりのハッチングで示す。図10の場合は、集光スポットP1において、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域が、光感知器7b内にあり、光感知器7dにまで広がっていない。一方、図5(a)の場合は、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域が、光感知器7bおよび光感知器7dまで広がっている。図10の場合において、球面収差が発生している状態であるにも関わらず、球面収差信号SASは0となる。従って、この微小な負の球面収差を感知することができない。

【0092】

また、焦点ずれがない状態で、微小な正の球面収差が発生している状態でも、同様な現象が発生し、微小な正の球面収差を感知することができない。

【0093】

従って、球面収差が感知可能となる最小限界値は、計測装置7における第1の光ビームの集光スポットP1において、周辺部の光ビームが光感知器7cまたは7dまで広がる時の球面収差となる。つまり、光感知器7aおよび7bの形状を定める第1の円の大きさを小さくすれば、球面収差の最小限界値を下げるができる。

【0094】

しかしながら、第1の円の大きさを小さくすると、大きな球面収差を正確に計測できなくなる。図11は、計測装置7の第1の円の大きさが小さく、焦点ずれが無く、負の球面収差が発生している状態において、計測装置7における各光ビームの集光スポットP1からP3の形状を示している。図11において、光軸近

傍の光ビームが受光部に照射される領域は右上がりのハッチングで示し、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域は右下がりのハッチングで示す。図11は、図5(a)と比較して、第1の円の大きさが小さい点だけが異なり、球面収差量は一致している。図11の場合には、計測装置7における第1の光ビームの集光スポットP1において、光軸近傍の光ビームは、光感知器7aおよび7cまで拡がっている。一方、周辺部の光ビームは、光感知器7bおよび7dまで拡がっている。結局、光軸近傍の光ビームが光感知器7cに受光されるため、球面収差信号SASは、本来の値よりも低下してしまう。すなわち、第1の円の大きさを小さくすると、計測できる球面収差の最大限界値が低下してしまう。

## 【0095】

以上のことから、光感知器7aおよび7bの形状を定める第1の円の大きさは、球面収差の最小計測限界値と最大計測限界値との兼ね合いにより、決定すれば良い。

## 【0096】

一般に、球面収差が発生すると、光ディスクから再生された再生信号RFの品位が劣化し、誤りが発生する。しかしながら、再生信号RFには誤り訂正が施されるため、再生信号RFにある程度の品位以上があれば、誤りのない再生信号を復元できる。

## 【0097】

このことから、球面収差の最小計測限界値は、誤り訂正により再生信号RFが十分訂正できる品位となるような球面収差量に定めれば良い。

## 【0098】

また、光ディスクのカバーガラス厚さ誤差 $\Delta d$ 、集光光学系を構成する各レンズのレンズ厚さ誤差、集光光学系を構成するレンズの各レンズ間隔誤差、および多層記録された光ディスクにおいて各情報記録層で発生する球面収差の差異 $\Delta S_A$ を考慮して、各情報記録層に集光する光ビームに発生する球面収差の最大値を見積もることができる。

## 【0099】

また、球面収差の最小計測限界値以下の精度で、球面収差を補正することも可

能である。図12は、実際の球面収差および第2要素アクチュエータの制御信号と、球面収差信号SASとの関係を示すグラフである。図12において、横軸は集光光学系11で発生した球面収差または第2要素アクチュエータの制御信号であり、縦軸は計測装置7により得られた球面収差信号SASである。球面収差が最小計測限界値以下では、球面収差信号SASは0となっている。

## 【0100】

まず、焦点ずれ信号FESに基づいてフォーカス制御を行い、焦点ずれがない状態になった後に、第2要素アクチュエータを周期的に駆動、例えば正弦波状に駆動する。この時、球面収差が最小計測限界値以上の時には、球面収差信号SASが得られる。この球面収差信号SASが予め定める基準値 $X (>0)$ となる第2要素アクチュエータの制御信号量を $Y1$ とし、球面収差信号SASが $-X$ となる第2要素アクチュエータの制御信号量を $Y2$ とすれば、球面収差がない状態になる第2要素アクチュエータの制御信号量は、

$$Y = (Y1 + Y2) / 2 \dots (8)$$

と予測することができる。そして、第2要素アクチュエータを正弦波状に駆動する状態から、第2要素アクチュエータの制御信号量をこの予測値 $Y$ に設定すれば良い。

## 【0101】

なお、本実施の形態では、図3に示したように、焦点ずれ信号FESと球面収差信号SASを計測する計測装置7の光感知器7aから7dの形状は、半円形状もしくは半円環形状であった。これに代わって、図13に示すように、光感知器7c、7a、7b、7dは、この順に並置された矩形形状でも良い。すなわち、光感知器7aと7bは、同形状の長方形であり、対称軸SYに対して線対称な位置に配置されている。また、光感知器7cと7dは、同形状の長方形であり、対称軸SYに対して線対称な位置に配置されている。また、感知器7c、7a、7b、7dは、対称軸SYと直交する方向に、この順に並置されている。

## 【0102】

この矩形形状の光感知器7aから7dによる計測装置7の場合、集光スポットP1が対称軸SYに平行な方向に移動しても、焦点ずれ信号FESと球面収差信

号 S A S に影響がない長所がある。

【0103】

集光スポット P 1 が対称軸 S Y に平行な方向に移動する現象は、トラッキング駆動制御により集光光学系 10 がラジアル方向に移動する場合に発生する。また、半導体レーザが射出する光ビームの波長が変化することで、ホログラム 2 が光ビームを回折させる回折角度が変化する場合に発生する。

【0104】

従って、図 13 に示したような、光感知器 7 c、7 a、7 b、7 d は光感知器 7 c、7 a、7 b、7 d が、この順に並置された矩形形状であれば、このトラッキング駆動が行われている場合や波長が変化する場合でも、その影響が焦点ずれ信号 F E S と球面収差信号 S A S に混入しない長所を持つ。

【0105】

図 13 に示す計測装置 7 の場合において、計測装置 7 における各光ビームの集光スポット P 1 から P 3 の形状を図 14 に示す。図 14 (a) は負の球面収差がある場合、図 14 (b) は球面収差がない場合、図 14 (c) は正の球面収差がある場合を示している。また、図 14 のいずれにおいても、焦点ずれがない状態である。図 14 (a) および図 14 (c) において、光軸近傍の光ビームが受光部に照射される領域は右上がりのハッチングで示し、周辺部の光ビームが受光部に照射される領域は右下がりのハッチングで示す。

【0106】

すなわち、図 14 (b) は、焦点ずれがなく、球面収差が発生していない状態である。この図 14 (b) の状態において、第 1 の光ビームは、光感知器 7 a と 7 b に関して受光面積が等しくなるように形成される。つまり、光感知器 7 a から得られる電気信号 S 1 と、光感知器 7 b から得られる電気信号 S 2 との値が等しくなる。図 13 に示す計測装置 7 において、焦点ずれ信号 F E S と、球面収差信号 S A S は、図 3 に示す計測装置 7 の場合にこれまで詳細に説明した方法と同様にして生成できる。

【0107】

しかしながら、図 13 に示す計測装置 7 の場合は、図 3 に示す計測装置 7 の場

合に比べて、球面収差信号 S A S の感度（ゲイン）が低下する短所を持つ。

【0108】

ここで、図14（a）と図5（a）とを比較すれば、図14（a）において光感知器7dに受光される光ビームは、図5（a）において光感知器7dに受光される光ビームよりも光量大きい。すなわち、同じ負の球面収差が発生している場合でも、図13に示す球面収差信号 S A S は、図4に示す球面収差信号 S A S よりも、感度が低下する。

【0109】

同様に、図14（c）と図5（c）とを比較すれば、図14（c）において光感知器7cに受光される光ビームは、図5（c）において光感知器7cに受光される光ビームよりも光量大きい。すなわち、同じ正の球面収差が発生している場合でも、図13に示す球面収差信号 S A S は、図4に示す球面収差信号 S A S よりも、感度が低下する。

【0110】

なお、本実施の形態では、光ディスク6の情報記録層から反射した光ビームを計測装置7に導くための手段として、ホログラム2を使用した。これに限定されるものではなく、例えば、ビームスプリッタとウェッジプリズムを組み合わせたものを使用しても良い。しかしながら、装置の小型化を図る点からは、ホログラム2を使用するのが好ましい。また、ホログラムは、トラッキングずれ信号を計測するための第2の光ビームおよび第3の光ビームを形成する手段を兼ね備えることができるため、部品点数の削減および装置の小型化を図ることができる。

【0111】

一般に、集光光学系10は、あらかじめ定められたカバーガラス6aの厚み、かつあらかじめ定められた情報記録層に対して、球面収差が十分補正されている。すなわち、所定の情報記録層に集光する光ビームは、球面収差が含まれておらず、十分小さいビーム径となっている。

【0112】

しかしながら、本実施の形態では、集光光学系10を構成する第1要素4と第2要素5との間隔を調整して球面収差を補正するので、集光光学系10は、あら



かじめ定められたカバーガラス 6 a の厚み、かつあらかじめ定められた情報記録層に対して、球面収差を十分補正されている必要がない。

【0 1 1 3】

つまり、集光光学系 1 0、あるいは集光光学系 1 0 を含む光ピックアップ装置 1 1 の組立時には、第 1 要素 4 と第 2 要素 5 との間隔を概してあらかじめ定められた値に調整すればよく、レンズ間隔誤差があってもよい。この組立時のレンズ間隔誤差によって、集光光学系 1 0 には球面収差が発生する。

【0 1 1 4】

さらに、第 1 要素 4 と第 2 要素 5 の製造時には、第 1 要素 4 と第 2 要素 5 とにレンズ厚さ誤差があってもよい。この製造時のレンズ厚さ誤差によって、集光光学系 1 0 には球面収差が発生する。

【0 1 1 5】

このレンズ間隔誤差およびレンズ厚さ誤差によって発生する集光光学系 1 0 の球面収差は、球面収差信号 S A S として計測され、この球面収差信号 S A S に基づいて補正することができる。

【0 1 1 6】

本実施の形態では、第 1 要素 4 と第 2 要素 5 とを組み合わせた集光光学系 1 0 の収差計測および収差補正について述べたが、これに限定されるものではない。例えば、複数のレンズ群を組み合わせた集光光学系にも運用可能である。

【0 1 1 7】

本実施の形態では、第 1 要素 4 と第 2 要素 5 との間隔を調整して球面収差を補正したが、これに限定されるものではない。例えば、コリメートレンズ 3 を移動させて、半導体レーザ 1 とコリメートレンズ 3 との間隔を調整させても良い。この場合、半導体レーザ 1 から射出されコリメートレンズ 3 を通過した光ビームは非平行光となり、球面収差が発生させることができる。この球面収差により集光光学系 1 0 の球面収差を補正することができる。

【0 1 1 8】

また、集光光学系 1 0 とコリメートレンズ 3 との間に、球面収差補正機構を挿入しても良い。球面収差補正機構は、光ビームが球面収差補正機構を通過する際

に、球面収差を発生させる光学系を構成している。例えば、球面収差補正機構として、正のパワーを持つ凸レンズと負のパワーを持つ凹レンズを組み合わせたアフォーカル光学系を用いれば良い。2枚のレンズ間隔を調節することで、球面収差を発生させることができる。さらに、球面収差補正機構の別の構成として、正のパワーを持つ2枚の凸レンズを組み合わせたアフォーカル光学系でも良い。この場合も、2枚のレンズ間隔を調節することで、球面収差を発生させることができる。

## 【 0 1 1 9 】

また、上記実施の形態では、収差検出と焦点ずれ検出を、計測装置7に入射する同一の光ビーム（第1光ビーム）と、同一の対称軸SYを挟んで配置された受光領域を用いて行ったが、本発明はこれに限るものではなく、収差検出と焦点ずれ検出を、それぞれ異なる光ビームと、それぞれ異なる対称軸を挟む受光領域を用いて行っても良い。

## 【 0 1 2 0 】

例えば、図1においてホログラム2とコリメータレンズ3との間にハーフミラーを設ける。そして、そのハーフミラーにより反射された光ビームをその光軸に垂直な直線（第2直線）により分割することで第2光ビームを生成し、その第2光ビームを第2直線に対応する（平行な）対称軸を挟んで対称に設けた2つの受光領域により検出することで焦点ずれ信号を生成する。さらに、上記ハーフミラーを透過した光ビームから上述したようにホログラム2、計測装置7を用いて収差信号を生成する。但し、この場合、計測装置7における光感知器7a, 7bは必要なくなる。

## 【 0 1 2 1 】

## 【発明の効果】

本発明によれば、厚みセンサを別途設ける必要がなく、焦点ずれと球面収差を精度良く計測することができ、その計測結果に基づいて、焦点ずれと球面収差を補正することができる。

## 【 0 1 2 2 】

したがって、本発明の光ピックアップ装置によれば、カバーガラス厚さ誤差、

レンズ間隔誤差、レンズ厚さ誤差がある場合でも、単層光ディスクの情報記録層あるいは多層光ディスクの情報記録層に情報の記録、または情報記録層から情報の再生を適切に行うことができる。その結果、小型化、低価格化、および短時間の製造が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態の光ピックアップ装置を示す概略構成図である。

【図 2】

図 1 の光ピックアップ装置を備えた光記録再生装置全体を示す概略構成図である。

【図 3】

図 1 の計測装置 7 を示す概略構成図である。

【図 4】

焦点ずれが発生した場合に、計測装置 7 上の集光スポットの形状が変化することを説明する図である。

【図 5】

球面収差が発生した場合に、計測装置 7 上の集光スポットの形状が変化することを説明する図である。

【図 6】

球面収差が発生した場合に、情報記録層上に集光される光ビームの焦点位置が変化することを説明する図である。

【図 7】

球面収差が発生した場合に、最良像点となっている情報記録層上の横収差が変化することを説明する図である。

【図 8】

負の球面収差がある状態において、焦点ずれが発生した場合に、計測装置 7 上の集光スポットの形状が変化することを説明する図である。

【図 9】

図 4 (a) よりも焦点ずれが大きい場合に、計測装置 7 上の集光スポットを説

明する図である。

【図 1 0】

微小な負の球面収差が発生した場合に、計測装置 7 上の集光スポットを説明する図である。

【図 1 1】

第 1 の円が小さく、かつ負の球面収差が発生した場合に、計測装置 7 上の集光スポットを説明する図である。

【図 1 2】

実際の球面収差および第 2 要素アクチュエータの制御信号と、球面収差信号 S A S との関係を示す図である。

【図 1.3】

計測装置 7 の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 1 4】

球面収差が発生した場合に、図 1 3 に示す計測装置 7 上の集光スポットの形状が変化することを説明する図である。

【符号の説明】

- 1 半導体レーザ（光源）
- 2 ホログラム
  - 2 a 第 1 の領域
  - 2 b 第 2 の領域
  - 2 c 第 3 の領域
- 3 コリメートレンズ
- 4 第 1 要素
- 5 第 2 要素
- 6 光ディスク
- 7 計測装置
  - 7 a 光感知器（第 1 領域）
  - 7 b 光感知器（第 2 領域）
  - 7 c 光感知器（第 3 領域）

7 d 光感知器 (第 4 領域)

1 0 集光光学系

1 1 光ピックアップ装置

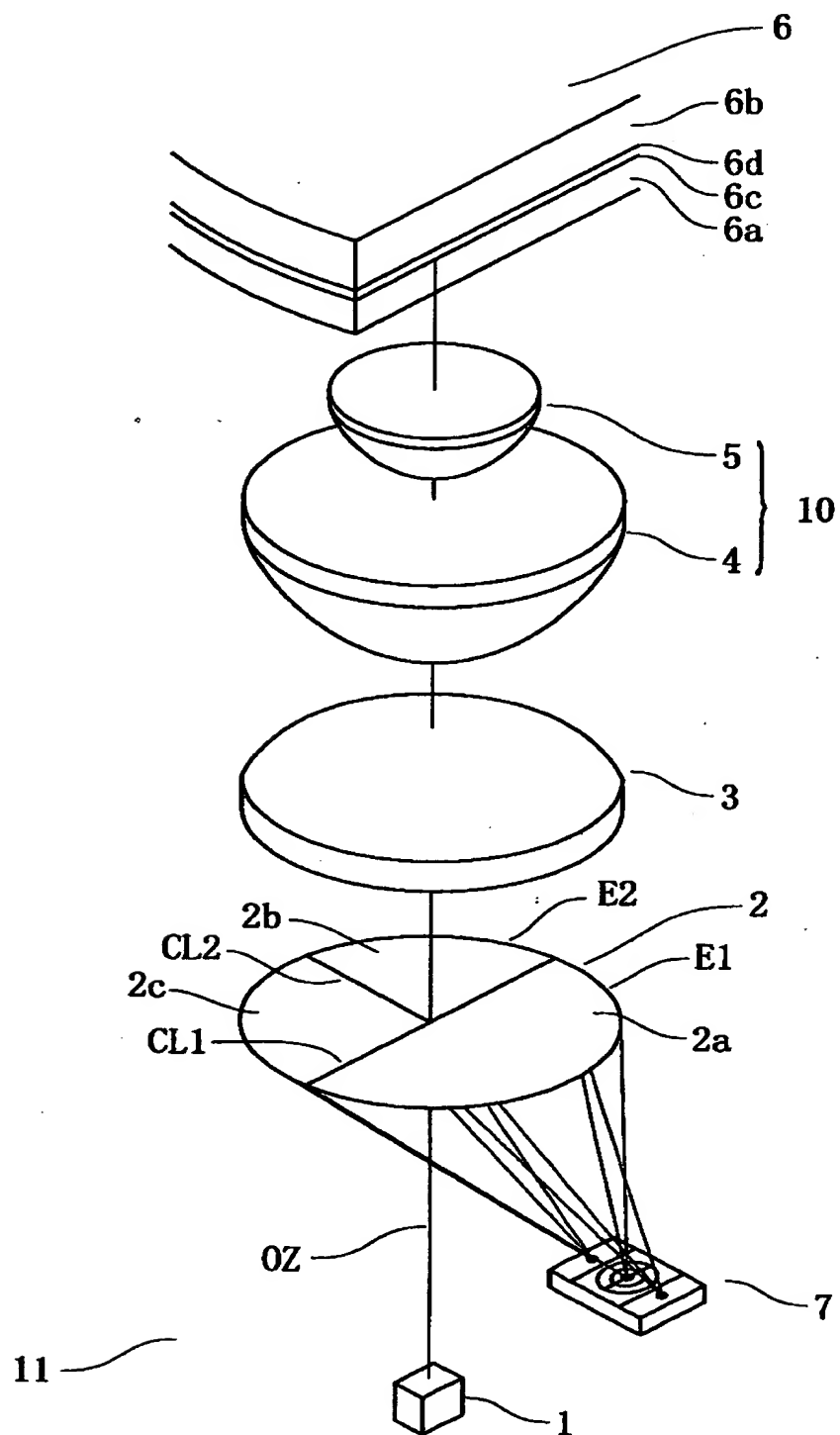
C L 1 第 1 の直線

C L 2 第 3 の直線

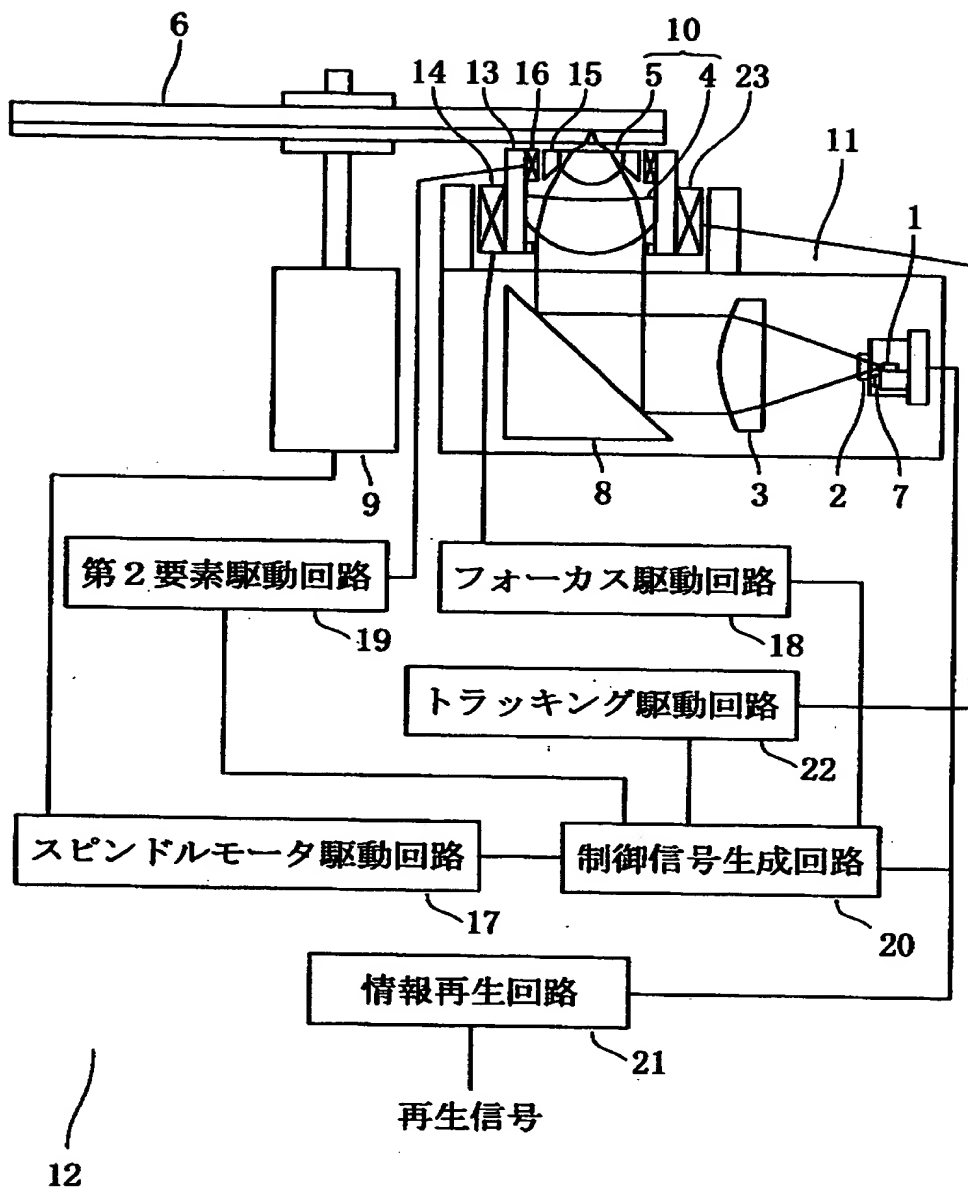
O Z 光軸

【書類名】 図面

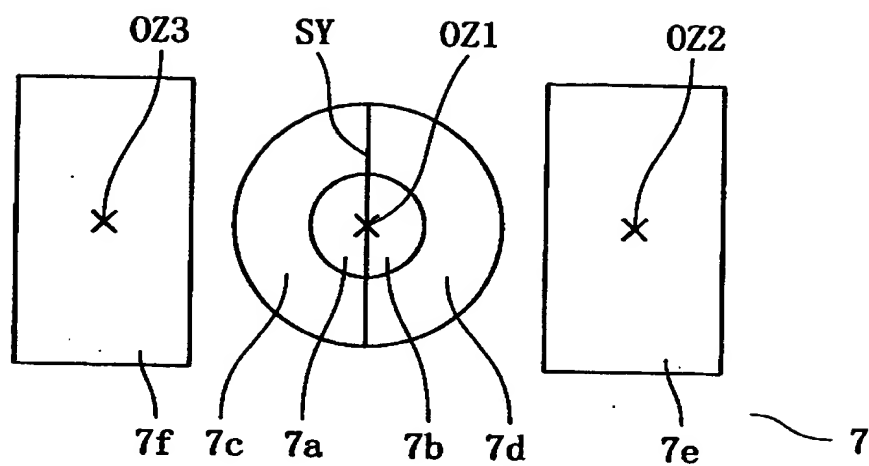
【図 1】



【図 2】

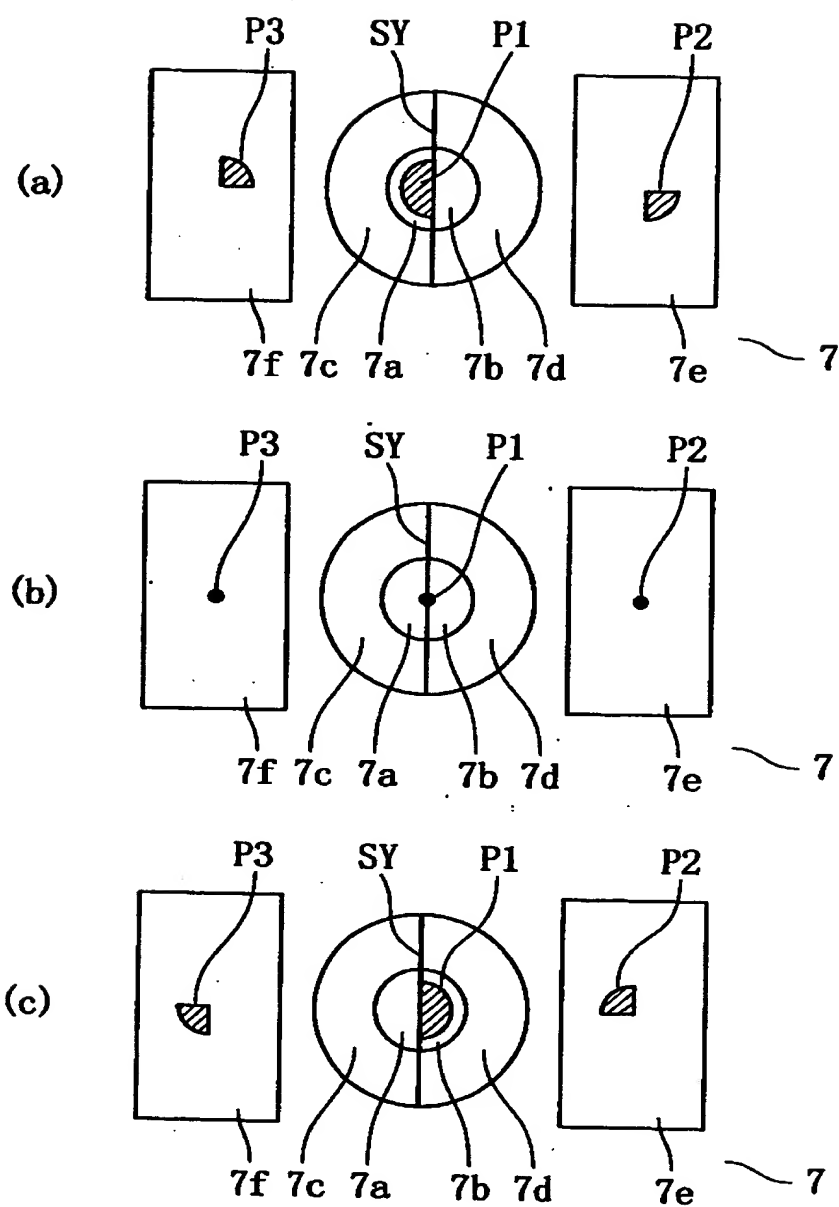


【図 3】

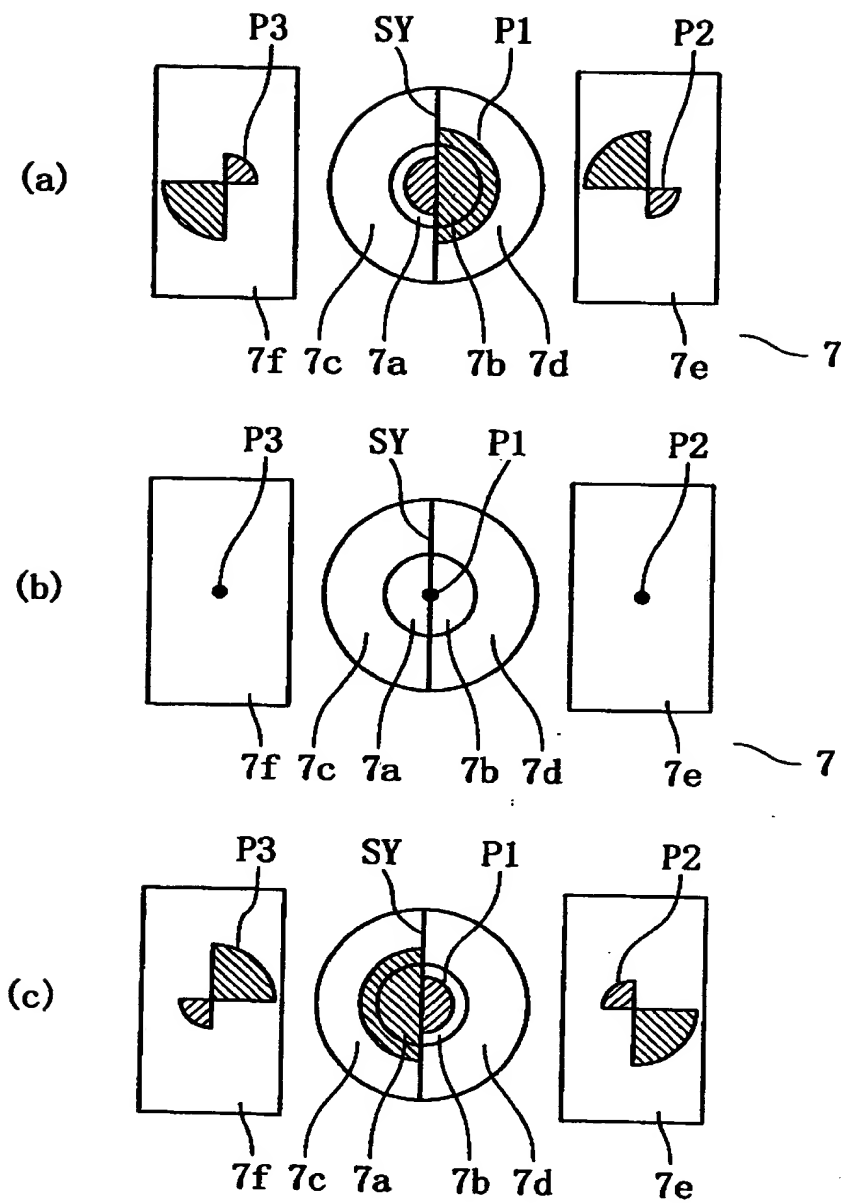




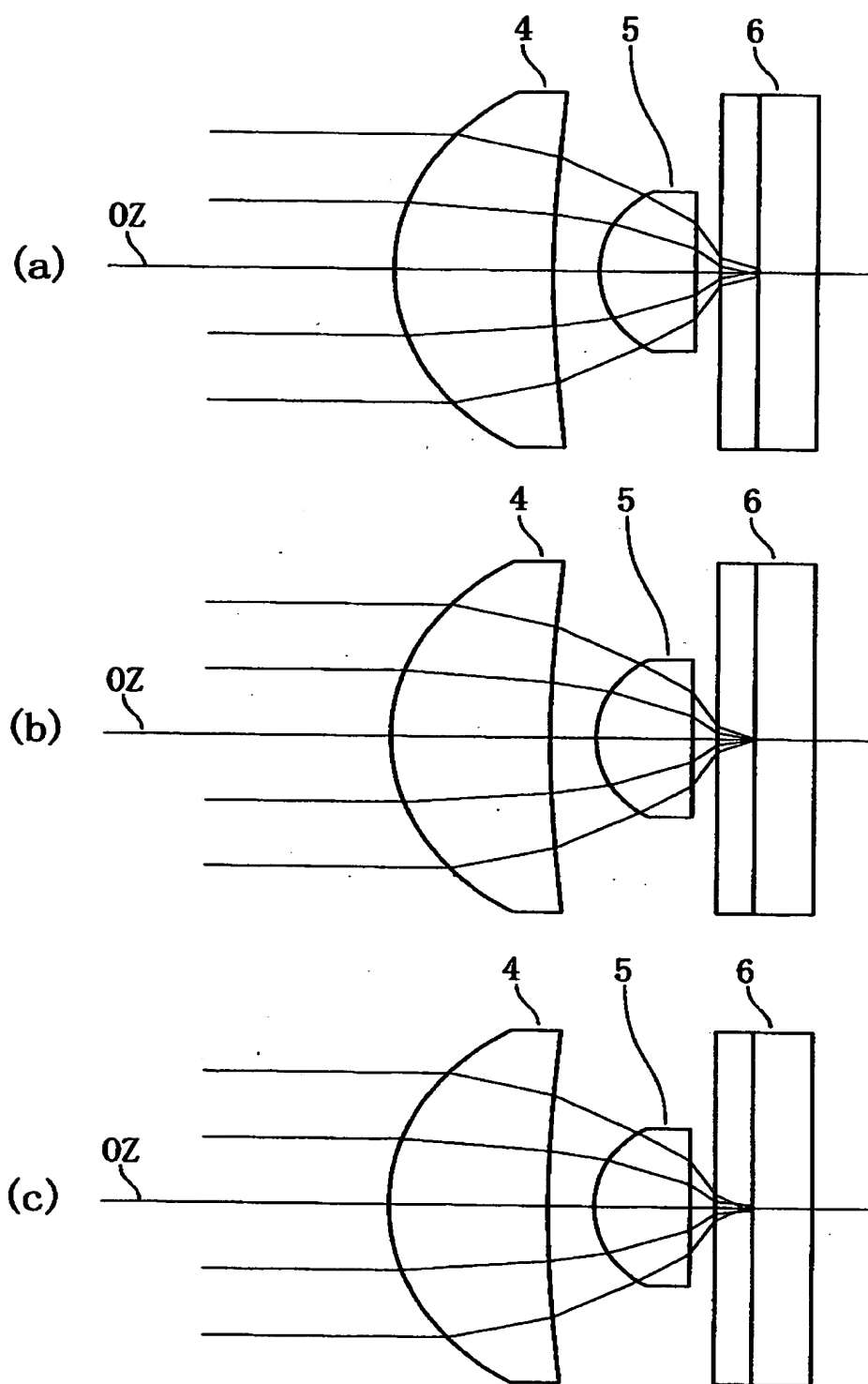
【図4】



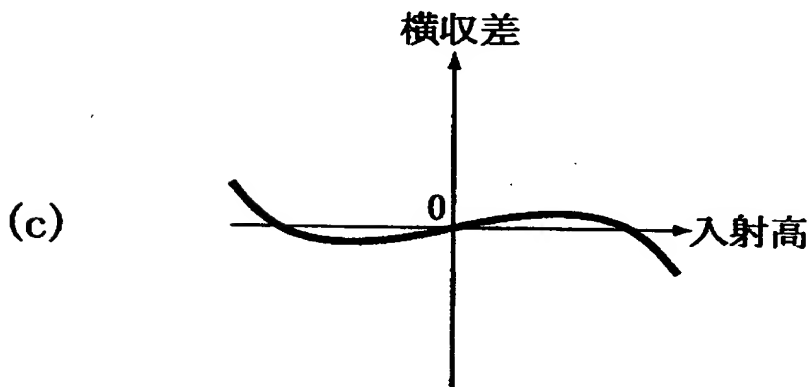
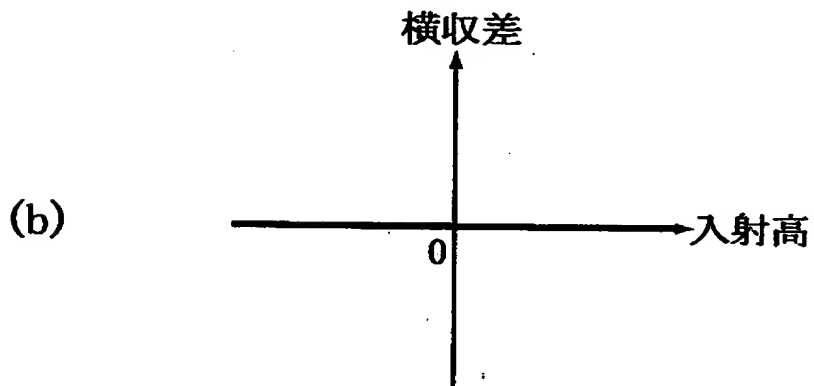
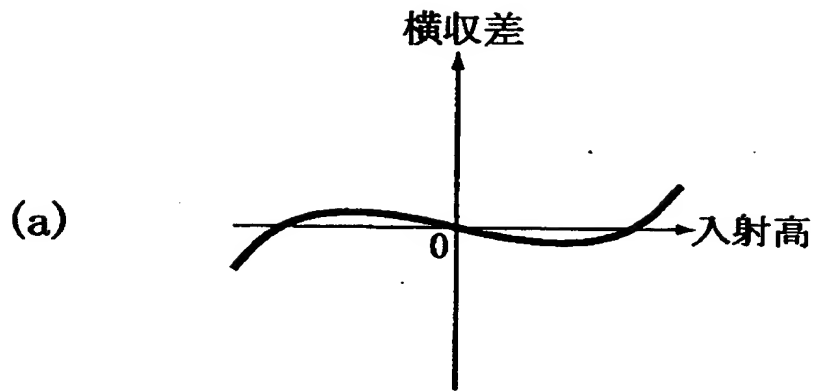
【図5】



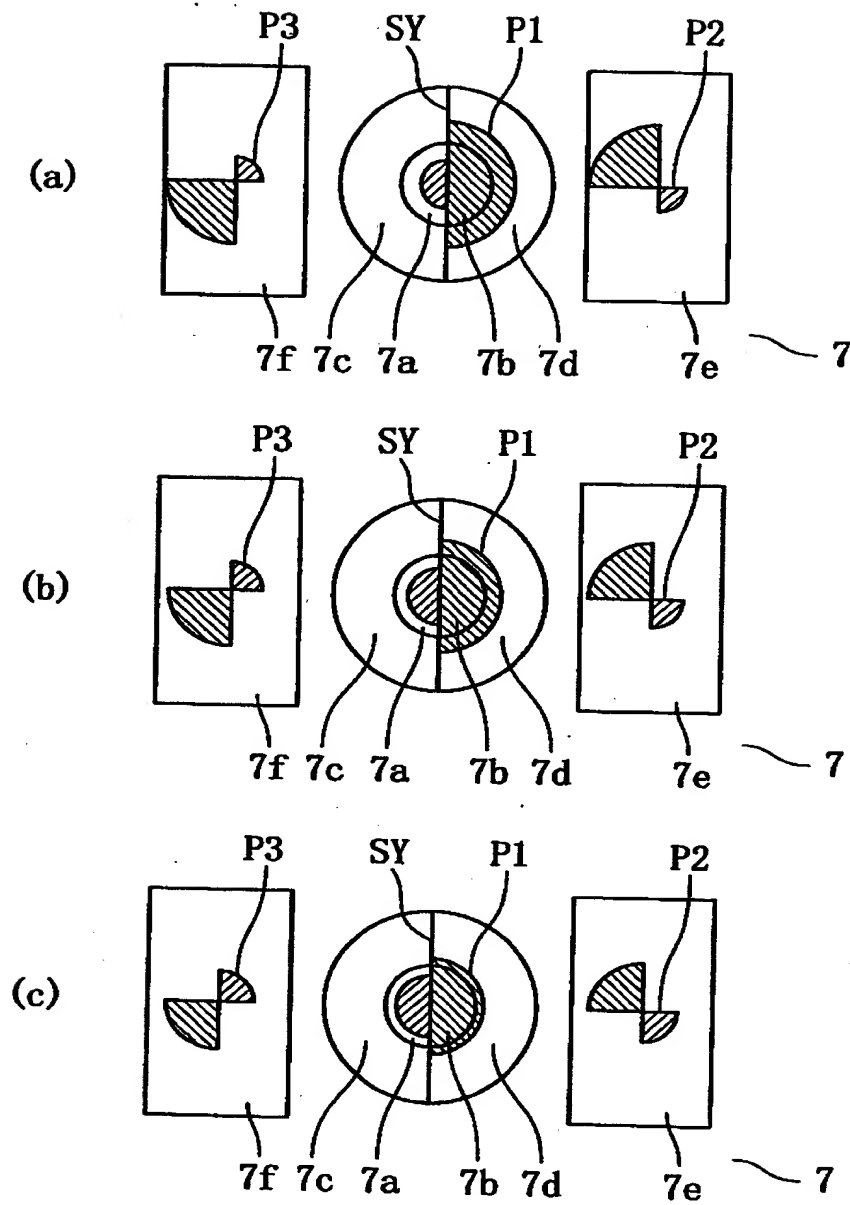
【図 6】



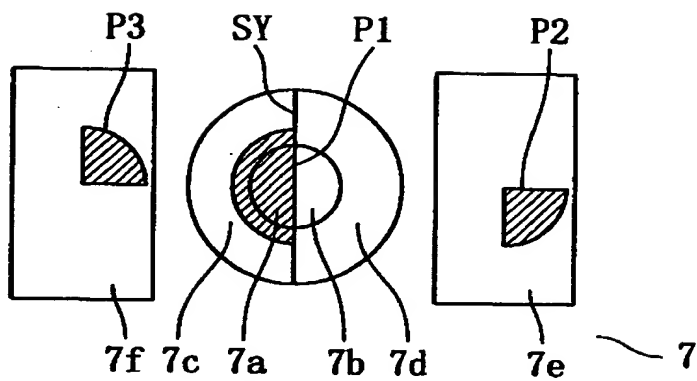
【图7】



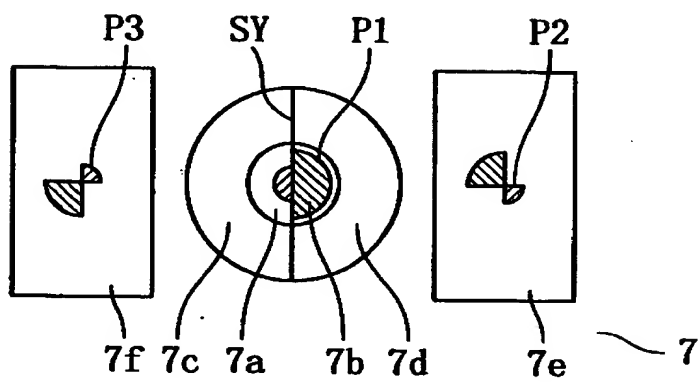
【図8】



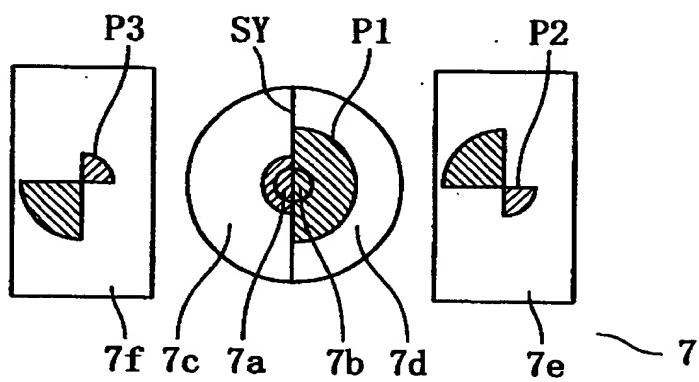
【図9】



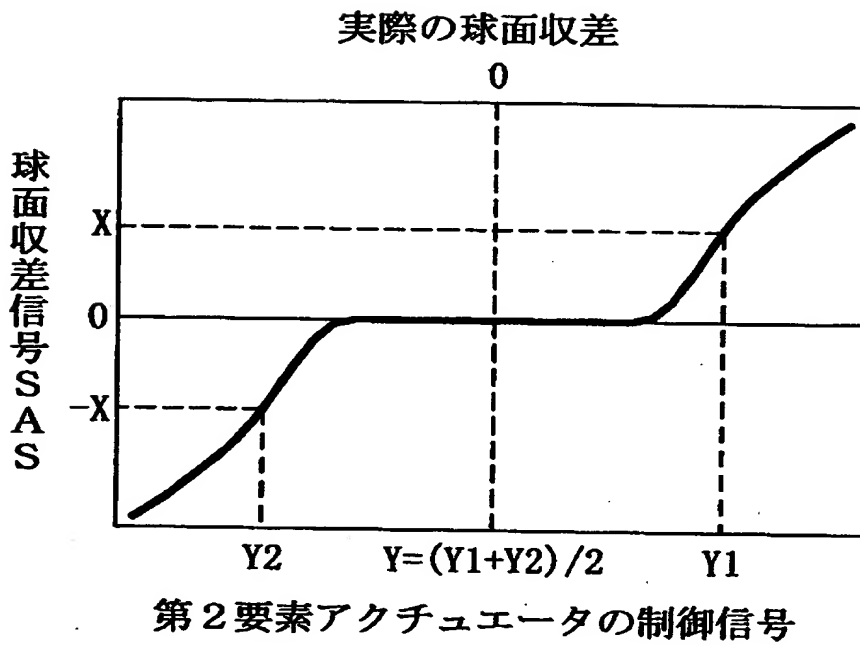
【図10】



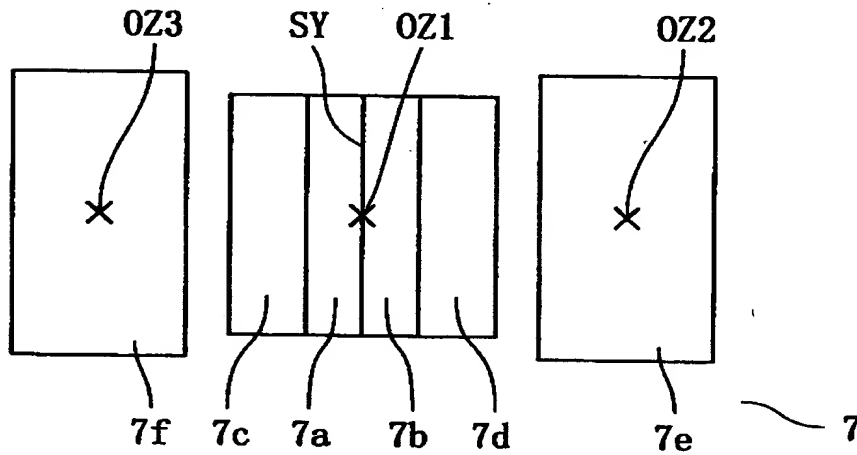
【図11】



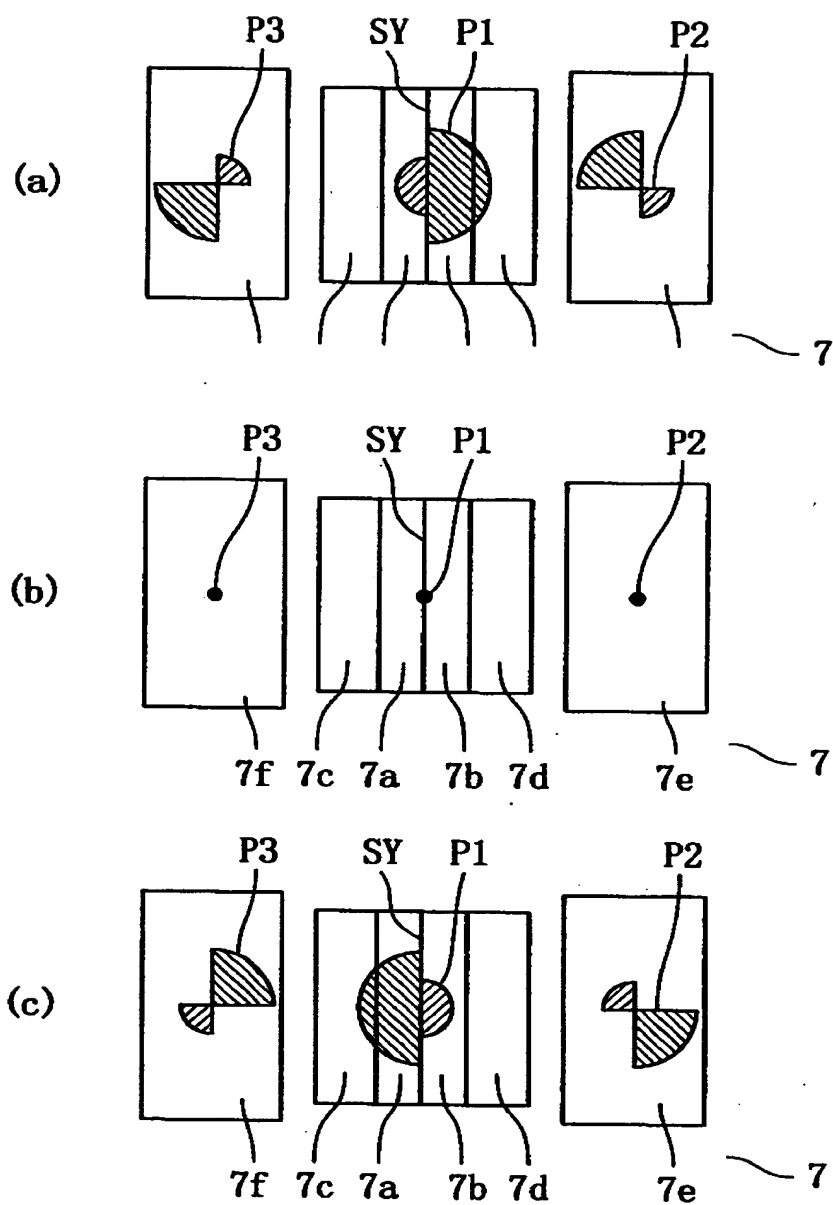
【図12】



【図13】



【図14】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 集光光学系の球面収差を計測し、かつ補正することにより、カバーガラス厚さ誤差、レンズ間隔誤差、レンズ厚さ誤差がある場合でも、単層光ディスクの情報記録層あるいは多層光ディスクの各情報記録層に情報を記録再生することができる光ピックアップ装置、収差補正方法並びに収差検出装置を提供する。

【解決手段】 ホログラム2は、集光光学系10を通過した光ビームをその光軸に垂直な第1の直線CL1を境界として分割することで第1光ビームを生成して、計測手段7へと導く。計測手段7は、第1光ビームの光軸を通りかつ第1直線CL1に対応する直線を対称軸として、線対称な関係に設けられ、且つ、第1光ビームの光軸から離れた位置に配置された光感知器7c、光感知器7dを備えている。光感知器7c、光感知器7dからの電気信号をそれぞれS3、S4としたときに、S3とS4との差を用いて収差信号を検出する。

【選択図】 図1

特2000-171597

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社